

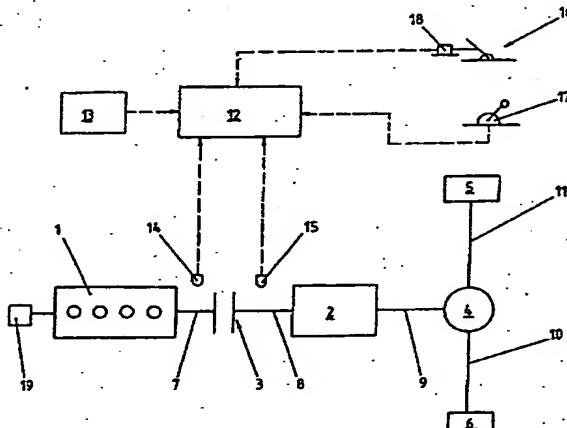
(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLANDDEUTSCHES  
PATENTAMT(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 44 19 633 A 1(51) Int. Cl. 5:  
B 60 K 23/02  
F 02 D 45/00

DE 44 19 633 A 1

(21) Aktenzeichen: P 44 19 633.4  
(22) Anmeldetag: 4. 6. 94  
(23) Offenlegungstag: 15. 12. 94(30) Innere Priorität: (32) (33) (31)  
09.06.93 DE 43 19 209.2(71) Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE(72) Erfinder:  
Rüdiger, Reinhard, Dipl.-Ing., 31226 Peine, DE

(54) Verfahren zur automatischen Kupplungssteuerung zur Einleitung und Beendigung von Schubbetriebsphasen eines Kraftfahrzeuges

(57) Bei Kraftfahrzeugen, bei denen zur Einleitung und Beendigung einer Schubbetriebsphase der Antriebsmotor über eine Kupplung in den Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs eingeschaltet oder ausgetrennt wird, kann eine schnelle Fahrpedalstellungsänderung zu ruckartigen und unkomfortablen Ein- und Auskuppelvorgängen führen. Zudem ist es wünschenswert, den Ein- bzw. Auskuppelvorgang nicht nur weich und komfortabel, sondern auch möglichst schnell zu vollziehen. Erfindungsgemäß wird daher ein Steuerungsverfahren für den Ein- und Auskuppelvorgang vorgeschlagen, bei dem in Abhängigkeit von der Änderungsgeschwindigkeit der Fahrpedalstellung bzw. der daraus abgeleiteten Leerlaufdrehzahl des Motors der Auskuppelvorgang gesteuert und für den Einkuppelvorgang die zeitliche Veränderung der Motordrehzahl herangezogen wird. Übersteigen diese Steuerungskenngrößen bestimmte zuvor festgelegte Werte, so wird der Schaltvorgang in Abhängigkeit von der aktuell gemessenen zeitlichen Veränderung der Fahrpedalstellung bzw. der Motordrehzahl vorgazogen.



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 2.

Aus der DE-OS 27 48 697 der Anmelderin ist ein Antriebsaggregat und ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs bekannt, bei dem der Antriebsmotor in Schubbetriebsphasen vom Antriebsstrang abgekoppelt und stillgesetzt ist. Derartige Schubbetriebsphasen liegen immer dann vor, wenn der Motor von den von der Fahrzeugmasse angetriebenen Fahrzeugrädern mit einer höheren Drehzahl angetrieben wird, als es der Fahrpedalstellung entspricht. Wenn in derartigen Schubbetriebsphasen der Motor vom Antriebsaggregat abgekoppelt und stillgesetzt wird, kann ohne Verlust der Fahreigenschaften der Gesamtkraftstoffverbrauch des Kraftfahrzeugs deutlich gesenkt werden.

Zudem ist aus der DE-OS 30 26 489 der Anmelderin ein gattungsgemäßes Antriebsaggregat für Fahrzeuge bekannt geworden, bei dem der Motor immer dann von dem Antriebsaggregat abgekuppelt wird, wenn die zeitliche Änderung des Fahrpedal- oder Drosselklappenwinkels in Schließerichtung einen vorgegebenen Wert überschreitet. Durch die Nutzung eines vorgegebenen Grenzwertes zur zeitlichen Stellwinkeländerung der Drosselklappe oder des Fahrpedals im Schließeinrichtung läßt sich leicht auf das erwartbare Vorliegen eines Schubbetriebszustandes schließen. Damit wird ein sehr frühes Ausrücken der Kupplung zur Abkopplung des Antriebsmotors möglich. Zudem wird in dieser Druckschrift vorgeschlagen, den Fahrpedal- oder Drosselklappenwinkel in einem Computerspeicher in einer Tabelle derart abzulegen, daß jedem Stellwinkel die Freilaufdrehzahl des Motors zugeordnet ist. Diese Freilaufdrehzahl ist diejenige Motordrehzahl, die der Motor im unbelasteten Zustand (also bei ausgerückter Kupplung) bei einem bestimmten Stellwinkel der Drosselklappe oder des Fahrpedals annimmt.

Während sich der Abkuppelvorgang des Motors zu Beginn einer Schubbetriebsphase durch das Erfassen der zeitlichen Änderung der Drosselklappen- oder Fahrpedaländerung vorteilhaft nutzen läßt, können diese Stellgrößen für den Einkuppelvorgang am Ende einer Schubbetriebsphase nicht verwendet werden, da die Drosselklappen- oder Fahrpedalstellung keine Aussage über die für den Einkuppelvorgang wichtige tatsächliche Motordrehzahl zuläßt. Zudem war mit dem bekannten Auskuppelverfahren eine sanfte und damit komfortable Auskupplung nur unzureichend möglich, da der zeitlichen Änderung des Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkels bisher nur die schnellere Information über die bevorstehende Schubbetriebsphase entnommen wurde.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, ein Verfahren für die automatische Betätigung der Kupplung zur Einleitung und Beendigung der Schubbetriebsphase eines gattungsgemäßes Kraftfahrzeugs vorzuschlagen.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den unabhängigen Patentansprüchen 1 und 2. Vorteilhafte Weiterbildungen der Verfahrenserfindung sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Der Erfindung liegt demnach die Erkenntnis zugrunde, daß für den Auskuppelvorgang des Motors die von der Drosselklappen- oder Fahrpedalstellung und deren zeitliche Veränderung abgeleitete Freilaufdrehzahl des Motors sowie für den Einkuppelvorgang die Motordrehzahl und deren zeitliche Veränderung als Steuer-

größen zur Betätigung der Kupplung zwischen dem Antriebsmotor und dem Getriebe heranzuziehen ist. Die Nutzung der Freilaufdrehzahl ermöglicht bei schnellen Veränderungen der Drosselklappen- oder Fahrpedalstellung im Schließeinrichtung ein dieser Änderungsgeschwindigkeit angemessene und vorgezogene Einleitung des Auskuppelvorgangs. Dazu wird der von einem Steuerungscomputer gemessenen Getriebeeingangswellendrehzahl ein von der Stellwinkeländerungsgeschwindigkeit abhängiger Offset-Wert hinzugefügt, so daß eine korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl entsteht. Bei einem von dem Steuerungscomputer während des Betriebs des Fahrzeugs ständig durchgeführten Vergleich zwischen der Getriebeeingangswellendrehzahl und der Freilaufdrehzahl wird ein Unterschreiten der Freilaufdrehzahl unter die korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl vorzeitig festgestellt, wodurch die Kupplung früher und komfortabler als bisher möglich ausgerückt werden kann.

In ähnlicher Weise erfolgt der Einkuppelvorgang, bei dem bei schnellen Veränderungen der Motordrehzahl, beispielsweise hervorgerufen durch ein schnelles Heruntertreten des Fahrpedals mit anschließendem freien Hochlaufen des noch unbelasteten Motors, ein von der gemessenen Änderungsgeschwindigkeit der Motordrehzahl abhängiger Offset-Wert von der aktuellen Getriebeeingangswellendrehzahl abgezogen wird.

Auch hier erkennt der Steuerungscomputer bei dem periodisch durchgeführten Vergleich zwischen der Motordrehzahl und der korrigierten Getriebeeingangswellendrehzahl das überschreiten der Motordrehzahl über letztere Drehzahl, so daß abhängig von der Änderungsgeschwindigkeit der Motordrehzahl der Einkuppelvorgang komfortabel und schnell eingeleitet werden kann. Dieses schnelle Einkuppeln des Motors in den Antriebsstrang des Fahrzeugs ist besonders dann wichtig, wenn etwa in der Schubbetriebsphase eine Gefahrensituation entsteht, die eine schnelle Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit erfordert.

Die Erfindung läßt sich anhand eines Ausführungsbeispiels verdeutlichen. Hierzu ist der Beschreibung eine Zeichnung beigegeben. In ihr zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Antriebsaggregates mit einem Steuerungscomputer und Meßwertsensoren,

Fig. 2 eine schematische Darstellung von Drehzahlverläufen über die Zeit während des Auskuppelvorgangs, und

Fig. 3 eine Darstellung wie Fig. 2, jedoch für den Einkuppelvorgang.

In Fig. 1 ist in einer nur schematischen Darstellung das Antriebsaggregat eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei dem mit 1 der Antriebsmotor und mit 2 ein Getriebe bezeichnet ist. Der Motor 1 und das Getriebe 2 sind über eine Kupplung 3 miteinander verbunden, die an der Kurbelwelle 7 des Motors und an der Getriebeeingangswelle 8 des Getriebes befestigt ist. Abtriebsseitig verfügt das Antriebsaggregat über eine Getriebeausgangswelle 9, mit der ein Differentialgetriebe 4 angetrieben wird. Von diesem Differentialgetriebe 4 gehen zwei Antriebsachsen 10, 11 aus, an deren Enden Antriebsräder 5, 6 befestigt sind.

Diesem Antriebsaggregat zugeordnet ist ein Steuerungscomputer 12, der über wenigstens einen Speicher 13 verfügt. Dieser Steuerungscomputer ist über nicht näher bezeichnete Datenleitungen mit Sensoren 14, 15 für die Motordrehzahl und für die Drehzahl der Getriebeeingangswelle 8 verbunden. Der Stellwinkel der

Drosselklappe oder des Fahrpedals 16 wird von einem Sensor 18 erfaßt und an den Computer 12 signalisiert. Damit der Computer 12 bei der Zurücknahme des Fahrpedals 16 erkennen kann, ob eine Schubbetriebsphase eingeleitet wird oder ob nur ein normaler Schaltvorgang bevorsteht, ist ihm zudem über einen Sensor 17 eine Schaltinformation zuleitbar.

Während des Betriebs des Kraftfahrzeugs ermittelt der Computer 12 periodisch aus der Information der Fahrpedalstellung die Freilaufdrehzahl  $N_{FR}$  des Motors. Diese Freilaufdrehzahl entnimmt der Computer 12 vorzugsweise dem Computerspeicher 13, in dem die Verknüpfung von Fahrpedal- bzw. Drosselklappenwinkel und der Freilaufdrehzahl des Motors in Tabellenform abgelegt ist. In einer anderen Ausführungsform der Erfindung kann die Freilaufdrehzahl durch den Computer 12 auch mittels einer mathematischen Verknüpfung mit dem Fahrpedalwinkel errechnet werden.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, steht dem Computer im Zeitpunkt  $t_0$  die Information über die aktuelle Freilaufdrehzahl  $N_{FR}$  sowie die Information über die aktuelle Getriebeeingangswellendrehzahl  $N_{GE}$  zur Verfügung. Beide Drehzahlwerte werden von dem Computer während des Betriebes des Kraftfahrzeugs ständig miteinander verglichen. Sobald die Freilaufdrehzahl  $N_{FR}$  die Getriebeeingangswellendrehzahl  $N_{GE}$  unterschreitet steht fest, daß der Fahrer des Kraftfahrzeugs durch die Rücknahme des Fahrpedals im Schließsinne eine Schubbetriebsphase einleiten will. Sobald dieser Zeitpunkt  $t_2$  erreicht ist, schaltet der Steuerungscomputer 12 die Kupplung 3 so, daß der Motor 1 von dem Antriebsstrang abgekoppelt wird.

Neben dem Drosselklappenwinkel bzw. der Fahrpedalstellung ermittelt der Steuerungscomputer periodisch die zeitliche Änderung der vorgenannten Stellgrößen. Sobald der Steuerungscomputer etwa im Zeitpunkt  $t_1$  eine schnelle und einen zuvor festgelegten Wert überschreitende zeitliche Änderung des Auslenkwinkels des Fahrpedals im Schließsinne feststellt, wird von dem Computer ein in einem weiteren Computerspeicher abgelegter und zu der Änderungsgeschwindigkeit passender Drehzahlwert aufgesucht, der zu der im Zeitpunkt  $t_1$  gemessenen Getriebeeingangswellendrehzahl  $N_{GE}$  hinzuaddiert wird.

Der so errechnete korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahlwert  $N'_{GE}$  wird dann mit dem aktuellen und aus der Fahrpedalstellung ermittelten Freilaufdrehzahlwert  $N'_{FR}$  ( $t_1$ ) verglichen. Sobald der Freilaufdrehzahlwert  $N'_{FR}$  den errechneten Getriebeeingangswellendrehzahlwert  $N'_{GE}$  unterschreitet, kann die Kupplung schnell und an die Änderungsgeschwindigkeit des Fahrpedalwinkels angepaßt geöffnet werden. Durch diese frühzeitige Erkennung der einzuleitenden Schubbetriebsphase ist der Motor früher und schaltkomfortabler als bisher möglich vom Antriebsstrang abkuppelbar.

Wenn nun am Ende einer Schubbetriebsphase bei sich bewegendem Fahrzeug der Motor in den Antriebsstrang wieder eingekuppelt werden soll, um das Fahrzeug über die vorliegende Geschwindigkeit hinaus zu beschleunigen, kann die Fahrpedal- oder Drosselklappenauslenkung und deren zeitliche Veränderung für die Steuerung des automatischen Einkuppelvorgangs nicht benutzt werden, da sie keine Aussage über die tatsächliche Motordrehzahl zulassen. Wie in Fig. 3 dargestellt ist, bewegt sich das Fahrzeug im Zeitpunkt  $t_0$  mit einer Schubbetriebsgeschwindigkeit, die sich an der Getriebeeingangswelle mit einem Wert  $N_{GE}$  feststellen läßt. Zu diesem Zeitpunkt ist das Fahrpedal bereits im Off-

nungssinne niedergekommen, so daß ein Anlasser 19 gemäß Fig. 1 den Motor angeworfen und auf seine Leerlaufdrehzahl  $N_L$  gebracht hat.

Ein langsames Niedertreten des Gaspedals hat einen langsamen Anstieg der Motor drehzahl  $N_M$  zur Folge, die sich stetig der Getriebeeingangswellendrehzahl  $N_{GE}$  nähert und im Zeitpunkt  $t_2$  überschreitet. Auch während dieser Betriebsphase ermittelt der Steuerungscomputer 12 ständig die Getriebeeingangswellendrehzahl  $N_{GE}$  und die Motordrehzahl  $N_M$ . Durch einen ständigen Vergleich beider Drehzahlen stellt der Steuerungscomputer 12 im Zeitpunkt  $t_2$  das Überschreiten der Motordrehzahl  $N_M$  fest und leitet durch das Einrücken der Kupplung 3 das Ende der Schubbetriebsphase ein.

Da bis zum vollständigen Greifen der Kupplung ein gewisser Zeitraum vergeht, erhöht sich die Motordrehzahl  $N_M$  in einem sogenannten Überschwinger über die Getriebeeingangswellendrehzahl  $N_{GE}$ , bis sie schließlich im Zeitpunkt  $t_3$  der Motor die Getriebeeingangswellendrehzahl erreicht hat.

Zur Verkürzung des Einkuppelvorgangs des Motors beim Beenden der Schubbetriebsphase ermittelt der Steuerungscomputer erfindungsgemäß während des Fahrzeugbetriebes auch ständig die zeitliche Veränderung der Motordrehzahl  $N_M$  mit der Zeit. Wenn also der Fahrer des Kraftfahrzeugs durch sehr schnelles Niedertreten des Fahrpedals ein schnelles Ende der Schubbetriebsphase erreichen möchte, schlägt sich dies in einem vergleichsweise steileren Anstieg der Motordrehzahl gemäß der Kurve  $N'_M$  nieder.

Stellt der Steuerungscomputer etwa im Zeitpunkt  $t_1$  das Überschreiten eines zuvor festgelegten Grenzwertes in der zeitlichen Veränderung der Motordrehzahl  $N'_M$  fest, so sucht er zu dem gehörigen Motordrehzahlwert aus einer in einem Computerspeicher abgelegten Tabelle einen Korrekturwert für die Getriebeeingangswellendrehzahl  $N_{GE}$ . Dieser Korrekturwert wird dann anschließend von dieser im Zeitpunkt  $t_1$  gemessenen Getriebeeingangswellendrehzahl  $N_{GE}$  abgezogen, so daß eine korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl  $N''_{GE}$  für die Einkuppelphase gebildet wird. Sobald nun der Steuerungscomputer 12 bei einem Vergleich zwischen der aktuell ermittelten Motordrehzahl  $N'_M$  und der korrigierten Getriebeeingangswellendrehzahl  $N''_{GE}$  feststellt, daß die Motordrehzahl die korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl  $N''_{GE}$  überschreitet, wird die vorgezogene Einkupplung des Motors durch Einrücken der Kupplung 3 vollzogen.

Von besonderer Bedeutung für das erfindungsgemäße Verfahren sowohl für den Ein- als auch für den Auskuppelvorgang ist, daß die Geschwindigkeit, mit der der Motor ein- oder ausgekuppelt wird, von der zeitlichen Veränderung der gewählten Führungsgröße, also von der zeitlichen Änderung des Stellwinkels des Fahrpedals bzw. der Drosselklappe oder von der zeitlichen Änderung der Motordrehzahl abhängt. Zudem wird deutlich, daß die Schalthebelinformation von dem Sensor 17 für die Einleitung und Beendigung der Schubbetriebsphase des Fahrzeugs nicht benötigt wird. Lediglich dann, wenn eine Schubbetriebsphase bis in den Stillstand des Fahrzeugs geführt hat und ein anschließendes Anfahren aus dem Stillstand gewünscht wird, wird die Schalthebelinformation als Steuergröße für das Anlassen des Motors verwendet.

|  |    |
|--|----|
| 1 Motor  | 5  |
| 2 Getrieb  |    |
| 3 Kupplung   |    |
| 4 Differentialgetriebe   |    |
| 5 Rad  | 5  |
| 6 Rad  |    |
| 7 Kurbelwelle  |    |
| 8 Getriebeeingangswelle  |    |
| 9 Getriebeausgangswelle  |    |
| 10 Antriebsachse   | 10 |
| 11 Antriebsachse   |    |
| 12 Steuerungscomputer  |    |
| 13 Computerspeicher  |    |
| 14 Drehzahlsensor  |    |
| 15 Drehzahlsensor  | 15 |
| 16 Fahrpedal   |    |
| 17 Schalthebelsensor   |    |
| 18 Fahrpedalsensor   |    |
| 19 Anlasser  |    |
| t Zeit   | 20 |
| N Drehzahl   |    |
| N <sub>GE</sub> Getriebeeingangswellendrehzahl   |    |
| N' <sub>GE</sub> korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl  |    |
| N'' <sub>GE</sub> korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl   |    |
| N <sub>M</sub> Motordrehzahl   | 25 |
| N' <sub>M</sub> korrigierte Motordrehzahl  |    |
| N <sub>FR</sub> Freilaufdrehzahl   |    |
| N' <sub>FR</sub> korrigierte Freilaufdrehzahl  |    |
| N <sub>L</sub> Leerlaufdrehzahl  | 30 |
| Patentansprüche  |    |
| 1. Verfahren zur Steuerung des automatischen Auskuppelns einer Brennkraftmaschine in dem Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs, in dem zwischen der Brennkraftmaschine und einem Getriebe eine mit Hilfe eines Computers betätigbare Kupplung angeordnet ist, die zur Einleitung von Schubbetriebsphasen des Kraftfahrzeugs ausrückbar ist, wobei als Führunggröße für das Ausrücken der Kupplung die Überschreitung eines vorgegebenen Wertes einer in Schließrichtung verlaufenden Fahrpedalwinkeländerung über der Zeit gilt, dadurch gekennzeichnet, | 35 |
| daß der Computer während des Betriebes des Kraftfahrzeugs periodisch die Fahrpedalstellung sowie deren zeitliche Veränderung und die Getriebeeingangswellendrehzahl (N <sub>GE</sub> ) ermittelt,  | 40 |
| daß mit dem ermittelten Wert des Fahrpedalstellwinkels die zugehörige Freilaufdrehzahl (N <sub>FR</sub> ) des Motors errechnet oder einer Tabelle im Computerspeicher entnommen wird,  | 45 |
| daß bei Unterschreitung der Freilaufdrehzahl (N <sub>FR</sub> ) unter die Getriebeeingangswellendrehzahl (N <sub>GE</sub> ) die Kupplung ausgerückt und damit der Motor vom restlichen Antriebsstrang abgekoppelt wird,  | 50 |
| daß dann, wenn die ermittelte zeitliche Änderung des Fahrpedalstellwinkels im Schließsinn einen vorgegebenen Wert überschreitet, eine zum ermittelten Wert der zeitlichen Änderung des Fahrpedalwinkels zugeordnete Korrekturgröße vom Computer errechnet oder aus einem weiteren Computerspeicher entnommen wird, die zur ermittelten Getriebeeingangswellendrehzahl (N <sub>GE</sub> ) hinzzuaddiert eine korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl (N' <sub>GE</sub> ) bildet,   | 55 |
|  | 60 |
|  | 65 |

daß anschließend die Freilaufdrehzahl (N<sub>FR</sub>) mit der korrigierten Getriebeeingangswellendrehzahl (N'<sub>GE</sub>) verglichen wird, und daß beim Unterschreiten der Freilaufdrehzahl (N<sub>FR</sub>) unter die korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl (N'<sub>GE</sub>) die Kupplung ausgerückt wird.

2. Verfahren zur Steuerung des automatischen Einkuppelns einer Brennkraftmaschine in den Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs, in dem zwischen der Brennkraftmaschine und einem Getriebe eine mit Hilfe eines Computers betätigbare Kupplung angeordnet ist, die zur Beendigung einer Schubbetriebsphase des Kraftfahrzeugs einrückbar ist, dadurch gekennzeichnet,

daß der Computer während des Betriebes des Kraftfahrzeugs periodisch die Motordrehzahl (N<sub>M</sub>) sowie deren zeitliche Veränderung ermittelt, daß beim Überschreiten der Motordrehzahl (N<sub>M</sub>) über die Getriebeeingangswellendrehzahl (N<sub>GE</sub>) die Kupplung eingerückt und dadurch der Motor in den Antriebsstrang eingekuppelt wird,

daß dann, wenn die ermittelte zeitliche Änderung der Motordrehzahl einen vorgegebenen Wert überschreitet, vom Computer eine von der zeitlichen Änderung der Motordrehzahl abhängige Korrekturgröße errechnet oder aus einem Computerspeicher entnommen wird, die anschließend von der ermittelten Getriebeeingangswellendrehzahl (N<sub>GE</sub>) abgezogen eine korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl (N'<sub>GE</sub>) bildet,

daß anschließend die Motordrehzahl (N<sub>M</sub>) und die korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl (N'<sub>GE</sub>) miteinander verglichen werden und daß bei Überschreiten der Motordrehzahl (N<sub>M</sub>) über die korrigierte Getriebeeingangswellendrehzahl (N'<sub>GE</sub>) die Kupplung eingerückt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle des Fahrpedalwinkels der Drosselklappenwinkel sowie dessen zeitliche Veränderung ermittelt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

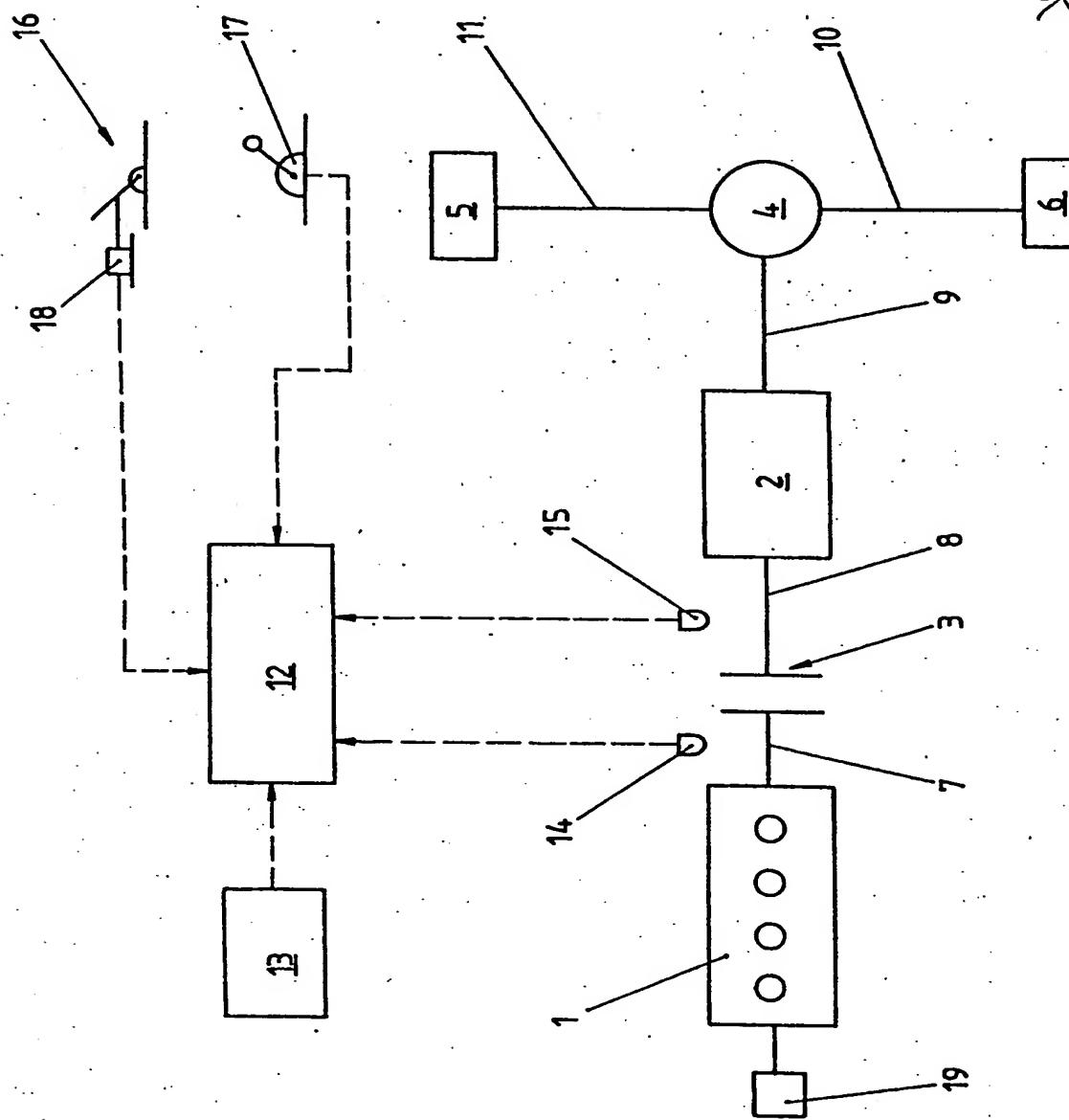


Fig 1

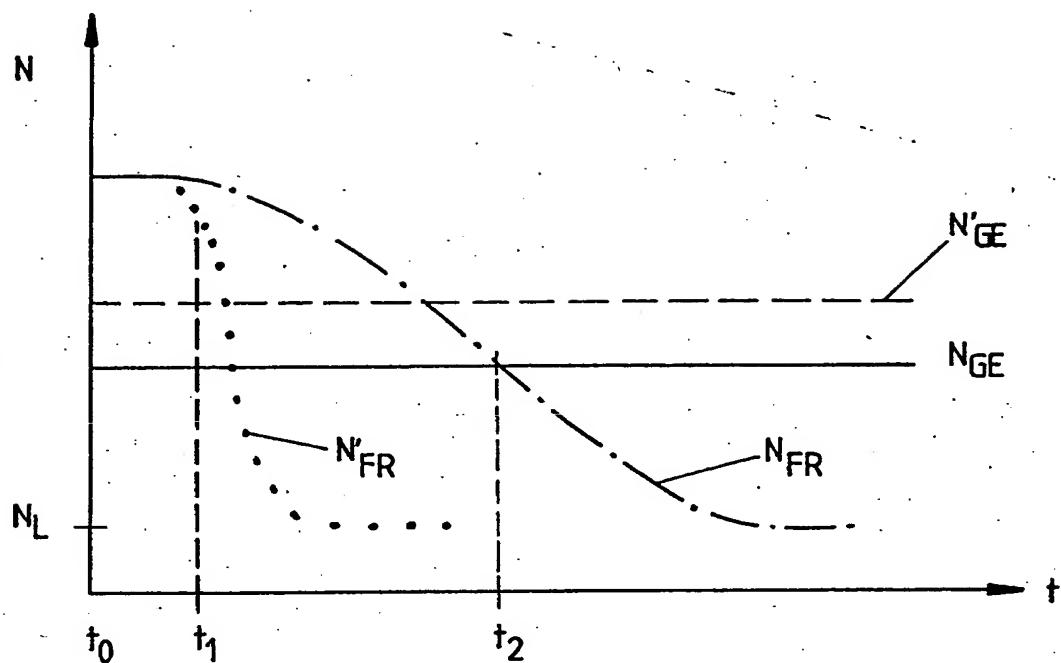


Fig 2

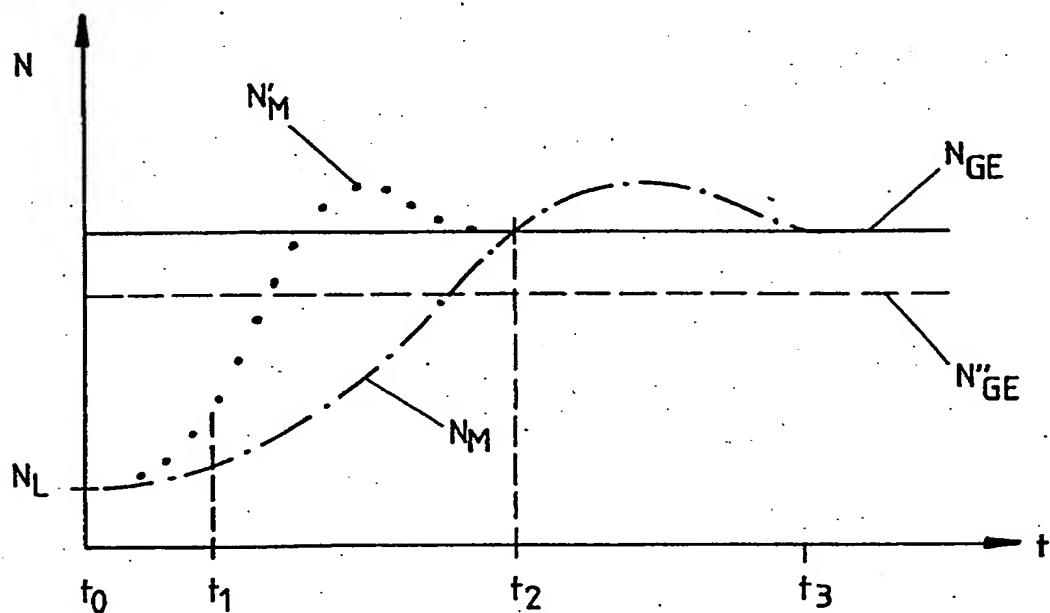


Fig 3